

# Selbsttätiger und dynamischer hydraulischer (thermostatischer) Abgleich

Dipl.-Ing. Hans-Georg Baunach, Geschäftsführung

In Umlaufwasser-Heizungsanlagen benutzen wir Wasser als Vorrats- und Transportbehälter für Wärme. Doch wieviel Wasser wird tatsächlich benötigt und wie stellt man die "richtige" Wassermenge im Verhältnis zur transportierten,

übertragenen oder gespeicherten Wärmemenge sicher? In diesem Beitrag wollen wir zeigen, dass die Lösung dieser Aufgabe mit einem thermostatischen Ansatz einfacher (selbsttätig) und besser (dynamisch) gelingt.

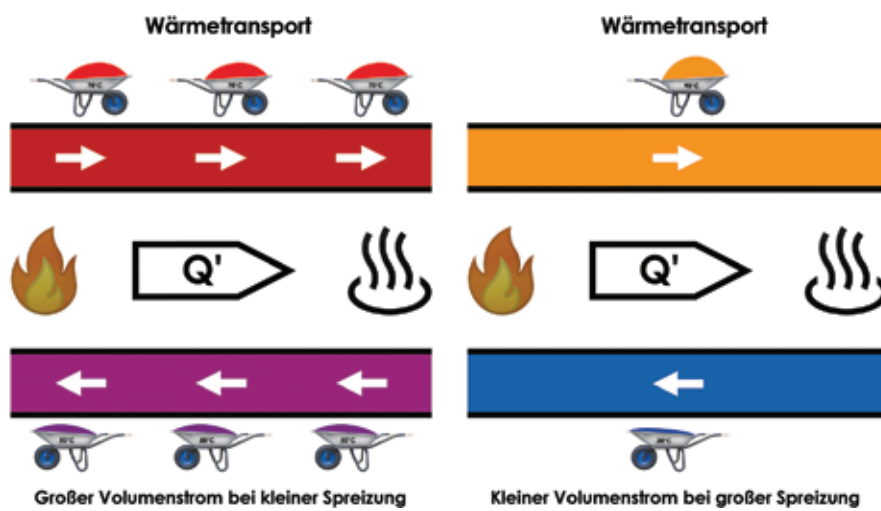


Abb. 1: Bei der Übertragung von Wärme benutzen wir Wasser als Transportbehälter ähnlich einer Schubkarre, mit der wir Sand transportieren. Die Menge an transportiertem Sand hängt dabei ab vom Produkt der Anzahl der Fahrten mit der Schubkarre und ihrem Gewichtsunterschied auf dem Hin- und Rückweg.

Der Sinn des hydraulischen Abgleiches besteht darin, jedem Verbraucher in einem Verteilernetz die "richtige" Wassermenge zur Verfügung zu stellen. Diese darf nicht zu gering sein, weil der Verbraucher sonst nicht ausreichend mit Wärme versorgt wird; sie darf aber auch nicht zu groß sein, weil sonst der Arbeitsaufwand der Umwälzpumpen unverhältnismäßig hoch ansteigt und möglicherweise die Versorgung anderer Verbraucher beeinträchtigt wird.

Darüber hinaus hat der hydraulische Abgleich aber noch die weitere Aufgabe, die thermische Netzeffizienz zu steigern, denn niedrige Rücklauftemperaturen sind eine der Voraussetzungen dafür, dass Niedertemperaturquellen, wie bspw. latente Brennwärme, Solarwärme oder andere regenerative Wärmequellen von den Verbrauchern auch tatsächlich genutzt werden können. Außerdem zei-

gen Erfahrungen aus der Praxis, dass Anlagen mit zu hohen Rücklauftemperaturen bzw. zu hohen Umlaufwassermengen auch ohne regenerative Quellen nach hydraulischen Sanierungen deutlich (teilweise bis zu 40%) geringere Verbräuche aufweisen.

Dieselbe Aufgabe besteht grundsätzlich auch bei der hydraulischen Einbindung von Wärmeerzeugern: Ist die sie durchströmende Wassermenge zu groß, so erreicht die Vorlauftemperatur nicht den gewünschten Sollwert mit denselben negativen Folgen, besonders bei der Beladung von Pufferspeichern. Die "richtige" Wassermenge ist also stets **so klein wie möglich**, aber selbstverständlich immer **so groß wie nötig**.

Doch nun stellt sich die Frage: Wie findet man diese "richtige" Wassermenge heraus und wie stellt man sie technisch zuverlässig ein?

## § 1 DER WÄRMELEHRE GILT IMMER

In Umlaufwasser-Heizungsanlagen gilt für die transportierte bzw. von Heizflächen übertragene thermische Leistung  $Q'$ , den Durchfluss  $V'$  und die Temperaturdifferenz  $\Delta T$  der folgende vereinfachte<sup>1</sup> Dreisatz, wobei  $c$  als Konstante die Wärmekapazität des Heizungswassers enthält:

$$Q' = c \cdot V' \cdot \Delta T$$

Die an einen Verbraucher abgegebene Wärmeleistung  $Q'$  verhält sich also proportional zu dem Produkt aus dem Durchfluss  $V'$  und der Vorlauf-/Rücklauf-Temperaturdifferenz bzw. Spreizung  $\Delta T$ :

$$Q' \sim V' \cdot \Delta T \text{ (Leistungsreisatz)}$$

Man kann also die gleiche Wärmemenge transportieren, übertragen oder speichern, indem man viel Wasser schwach abkühlt (bzw. erwärmt) oder wenig Wasser stark, s. Abb. 1.

Eine gute Näherung für die Wärmekapazität des Wassers ist

$$c \approx 4,2 \text{ J/(g}\cdot\text{K)} = 1 \text{ kcal}$$

Das bedeutet, dass man 1 g Wasser 4,2 Joule Wärme entnehmen (zuführen) kann, indem man es um 1 K abkühlt (erwärmt). Genauso könnte man 1/2 g Wasser um 2 K abkühlen oder 1/4 g Wasser um 4 K. Diese Wärmemenge heißt auch "eine Kalorie". Da ein Watt diejenige Leistung ist, bei der die Wärmemenge von einem Joule in einer Sekunde übertragen oder transportiert wird ( $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$ ), lässt sich der oben genannte Leistungsreisatz in üblichen Einheiten wie folgt schreiben:

$$Q' [\text{kW}] = 7/6 \cdot V' [\text{m}^3/\text{h}] \cdot \Delta T [\text{K}]^2$$

<sup>1</sup> Aus praktischen Gründen lassen wir bei der Wärmekapazität bewusst den Unterschied des volumenbezogenen  $c_v$  und des massenbezogenen  $c_m$  außer Betracht und gehen beim Heizungswasser immer von einer konstanten Dichte von  $1 \text{ g/cm}^3$  aus.

<sup>2</sup> Diese  $7/6 \approx 1,167$  sind in der Branche besser bekannt als 1,163, was einer Wärmekapazität von  $c = 4,187 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$  entspricht. Der Kehrwert entspricht 0,86, also  $860 \text{ kcal} = 1 \text{ kWh}$ .

So hat zum Beispiel ein Verbraucher mit einer Nenn-Leistung von  $Q'_N = 28 \text{ kW}$ , der für eine Nenn-Spreizung von  $\Delta T_N = 20 \text{ K}$  (bspw.  $80 / 60^\circ\text{C}$  oder  $50 / 30^\circ\text{C}$ ) ausgelegt ist, einen Nenn-Volumenstrom von:

$$V'_N = 7/6 \cdot 28 \text{ kW} / 20 \text{ K} = 1,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

Soweit nichts Neues.

### DER NICHT-SELBSTTÄTIGE UND STATISCHE HYDRAULISCHE ABGLEICH

besteht nun darin, den Durchfluss durch diesen Verbraucher, nachdem man ihn zuvor berechnet hat, auf diesen Nenn-Volumenstrom einzuregulieren. Unter "nicht-selbsttätig" verstehen wir somit, dass der hydraulische Abgleich ohne Kenntnisse aller einzelnen Nenn-Volumenströme nicht durchgeführt werden kann, was schon alleine im Sanierungsfall eine nicht zu unterschätzende Hürde darstellt.

Aber was ist, wenn der auf diese Weise "korrekt" einregulierte Verbraucher bei Teil-Last weniger als Nenn-Leistung abnimmt? Beispielsweise,

- ☒ weil er ein Luftheizregister ist, dessen Gebläse durch einen elektrischen Raumthermostat ausgeschaltet wurde?
- ☒ weil er ein Trinkwasserspeicher ist, der nur die Bereitschaftsverluste der Warmwasser-Zirkulation decken muss?

Erfolgt keine Anpassung der Wassermenge  $V'$  an die verringerte Leistungsabgabe  $Q'$ , dann muss, weil immer  $Q' \sim V' \cdot \Delta T$  gilt, eine Verringerung der Temperaturdifferenz  $\Delta T$  erfolgen! Unter "statisch" verstehen wir somit, dass bei Teil-Last keine Anpassung der Durchflüsse  $V'$  an die tatsächlich übertragene thermische Leistung  $Q'$  erfolgt.

### APROPOS TEIL-LAST

Wir möchten an dieser Stelle einmal deutlich zwischen zwei sehr verschiedenen Arten von "Teil-Last" unterscheiden:

#### Witterungsgeführte Teil-Last

Bei witterungsgeführter Teil-Last gehen wir davon aus, dass aufgrund der Wärmeleitung der Gebäudehülle die Heizlast grundsätzlich proportional mit der Differenz zwischen der Außentemperatur und der Raumtemperatur ansteigt. Über die Heizkurve wird dann bei sinkender Außentemperatur die Vorlauftemperatur angehoben. Die Steilheit der Heizkurve sagt dabei aus, um wieviel Kelvin die Vorlauftemperatur angehoben wird, wenn die Außentemperatur um ein Kelvin fällt. Die Steuerung der Teil-Last erfolgt also über die Vorlauftemperatur bei nahezu konstantem Wasserumlauf. Da die Übertragungsleistung der Heizflächen näherungsweise proportional zur Differenz zwischen deren Mitteltemperatur und der Raumtemperatur verläuft, folgt die Rücklauftemperatur einer zweiten, flacheren Heizkurve, die die erste Heizkurve bei der Heizlast von null schneidet. An dieser Stelle ist dann die Spreizung ebenfalls gleich null. Die Heizlast  $Q'$  ist also proportional zur Spreizung  $\Delta T$ , während der Wasserumlauf  $V'$  über den gesamten witterungsgeführten Lastbereich nahezu konstant bleibt<sup>3</sup>:



[RTB DN15 T0-40 Abgleich-Set](#)

Zur Einzelraumregelung von Fußboden- und Wandheizkreisen sowie zum hydraulischen Abgleich einzelner Wärmeverbraucher.

Kvs = 1,3



[RTB DN20 T20-70 Abgleich-Set](#)

Zum automatischen, hydraulischen Abgleich von Wärmetauschern von Trinkwarmwasserspeichern, Luftheizern, Schwimmbadwärmetauschern, und raumlufttechnischen Anlagen.

Kvs = 2,5



[RTB DN32 T20-70 Abgleich-Set](#)

Zum automatischen, hydraulischen Abgleich von Wärmetauschern von Trinkwarmwasserspeichern, Luftheizern, Schwimmbadwärmetauschern, und raumlufttechnischen Anlagen.

Kvs = 6,7



[RTB DN50s T25-70 Abgleich-Set](#)

Zum automatischen, hydraulischen Abgleich von Wärmetauschern von Trinkwarmwasserspeichern, Luftheizern, Schwimmbadwärmetauschern, und raumlufttechnischen Anlagen.

Kvs = 20

- ▶  $Q' \sim \Delta T \mid V' = \text{konst.}$  (Delta-T Steuerung über die Vorlauftemperatur), s. Abb.2.

## Mediengeführte Teil-Last

Bei mediengeführter Teil-Last gehen wir davon aus, dass in einem beliebigen witterungs-

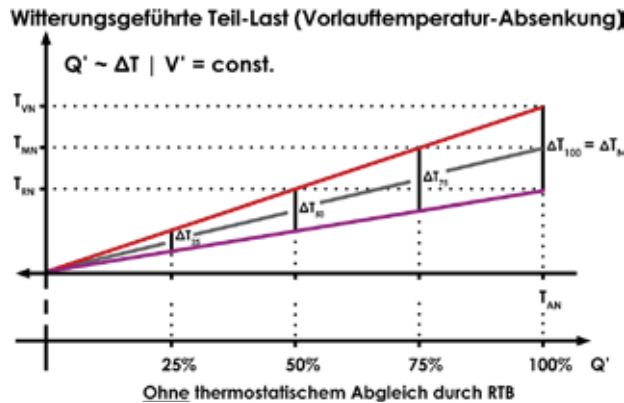


Abb.2: Bei witterungsgeführter Teil-Last wird mit der Last die Vorlauftemperatur abgesenkt, während der Durchfluss nahezu konstant bleibt. Da somit auch die mittlere Heizflächentemperatur sinkt, folgt die Rücklauftemperatur ebenfalls einer – allerdings flacheren – Heizkurve.

terungsgeführten Lastfall – also bei einer beliebigen, aber fest angenommenen Außentemperatur und einer über die korrekte Heizkurve daraus abgeleiteten, ausreichend dimensionierten, aber ebenfalls **konstanten Vorlauftemperatur** – eine Soll/Ist-Abweichung der Temperatur des Zielmediums, bspw. der Raumtemperatur, vorliegt. Im **Idealfall** drosseln dann die Zieltemperatur-Regler den Durchfluss durch die Heizflächen:

$$Q' \sim V' \mid \Delta T = \text{konst.}^4 \text{ (Durchfluss-Steuerung).}$$

So arbeiten beispielsweise die Thermostatventile der Radiatoren in den Zweirohranlagen, falls die Bypässe in den Hahnblöcken geschlossen sind. Im mediengeführten Teil-Lastfall mit Durchfluss-Steuerung sinkt also der Durchfluss durch die Heizflächen und die Spreizung bleibt mindestens konstant. Im Fall der Thermostatventile sinkt die Rücklauftemperatur sogar, weil mit der Heizlast die mittlere Heizflächentemperatur sinkt. Das Netz wird hydraulisch entlastet und seine thermische Effizienz steigt, s. Abb.3.

Leider gibt es auch den **anderen Fall**:

Die Wärmeabnahme wird bei konstantem Durchfluss reduziert:

- ▶  $Q' \sim \Delta T \mid V' = \text{konst.}$  (Delta-T Steuerung über die Rücklauftemperatur)

Das passiert beispielsweise beim Abschalten des Gebläses eines Luftheizregisters

durch den elektrischen Raumthermostaten oder in Einrohr-Radiatorsträngen: Jetzt muss die Spreizung  $\Delta T$  mit der thermischen Leistung  $Q'$  sinken, was bei konstanter Vorlauftemperatur bedeutet, dass die Rücklauftemperatur ansteigt. Das Netz

wird hydraulisch nicht entlastet; seine thermische Effizienz sinkt, s. Abb.4.

## WIE WIRKT SICH DAS BEI DEN EINZELNEN HEIZFLÄCHEN AUS?

Nahezu alle Heizflächen verfügen zur Regelung der Temperatur ihrer Zielmedien über separate Einzelregler:

- ▶ RLT-Anlage: Dreiwegemischer öffnet/schließt stetig<sup>III</sup>, leider meist entkoppelt durch eine davorliegende Weiche<sup>I</sup>
- ▶ Luftheizregister: Raumthermostat schaltet Gebläse ein/aus<sup>I</sup>
- ▶ Deckenstrahlplatten: Raumthermostat öffnet/schließt Zonenventil vollständig<sup>II</sup>
- ▶ Radiator/2-Rohrssystem: Thermostatventil drosselt Durchfluss stetig<sup>III</sup>
- ▶ Radiator/1-Rohrsystem: Alle Bypässe bleiben geöffnet<sup>I</sup>
- ▶ Fußbodenheizung: Thermostatventil öffnet/schließt vollständig<sup>II</sup>
- ▶ Trinkwasser-Speicher: Ladepumpe schaltet ein/aus<sup>I</sup>

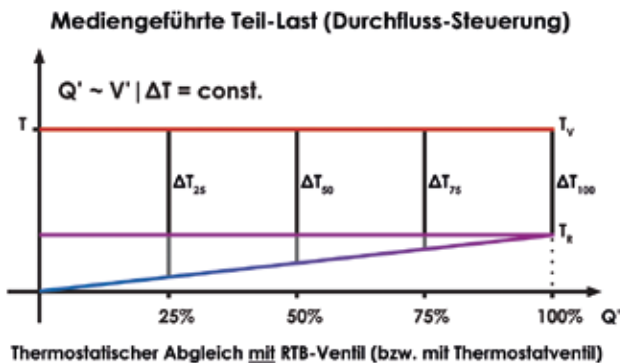


Abb. 3 Drosseln bei überhöhter Raumtemperatur beispielsweise die Thermostatventile den Durchfluss durch die Radiatoren eines Zweirohrnetzes, so steigt die Spreizung sogar noch an, weil mit der übertragenen Leistung die mittlere Heizflächentemperatur sinkt, wodurch auch die Rücklauftemperatur fällt. Das Netz wird also hydraulisch (Wasserumlauf) und thermisch (Rücklauftemperatur) entlastet.

- ▶ Schwimmbad-Wasser: Zonenventil öffnet/schließt vollständig<sup>II</sup>

Dabei kann man folgende drei Fälle unterscheiden:

- I Der Durchfluss bleibt konstant über den gesamten Bereich der Teil-Last (Überhaupt keine Durchfluss-Steuerung)
  - II Der Durchfluss bleibt konstant oberhalb der Teil-Last von null (Zweipunkt-Durchfluss-Steuerung ein/aus)
  - III Der Durchfluss wird über den gesamten Bereich der Teil-Last gesteuert (Stetige-Durchfluss-Steuerung 0-100%)
- Offensichtlich stellt der Fall I die schlechteste, der Fall II die zweitschlechteste, und nur der Fall III die beste Lösung für das angestrebte Ziel dar, die Versorgungssicherheit und die hydraulische und thermische Netzeffizienz möglichst hoch zu gestalten.

## ZWEIPUNKTREGELUNG UND THERMISCHE EFFIZIENZ

Da das Wesen der Zweipunktregelung im vollständigen Ein- und Ausschalten der Wärmeübertragung besteht, kann die Wärmeübertragung nur durch Einschränkung der Übertragungszeit reduziert werden. Das bedeutet:

- ▶ Während der Abschaltphasen leisten die Heizflächen keinen Beitrag zur Rücklauftemperatur, da kein Durchfluss stattfindet.
- ▶ Während der Einschaltphasen muss die Wärmeübertragung in zeitlich begrenztem Umfang und also mit höherer spezifischer Flächenleistung (Leistung pro Flächeneinheit der Heizfläche bzw. des Wärmetauschers) stattfinden, was eine erhöhte Oberflächentemperatur und somit einen erhöhten Durchfluss und eine erhöhte Rücklauftemperatur zur Folge hat.

3 Ohne diese Voraussetzung ließen sich Ventile gar nicht witterungsunabhängig auslegen.

4 Mehr noch sinkt die Rücklauftemperatur und das T steigt sogar. Somit fällt der Durchfluss V' überproportional im Verhältnis zur übertragenen Wärmeleistung Q'.

Die Zweipunktregelung ist daher nicht nur aus Gründen des Wärmekomforts (gelegentlich kalte Fußbodenflächen werden im Neubau nicht selten bemängelt) der Proportional- oder Stetigregelung unterlegen, sondern auch wegen der effizienteren Nutzung knapper Heizflächen.

### GLEICHES GILT INSBESONDERE FÜR SPITZENLASTKESSEL

Soll beispielsweise ein Spitzenlastkessel die Topzone eines Pufferspeichers auf einer Mindesttemperatur halten, ohne dabei gleich den ganzen Puffer durchzuladen, was den in der Regel schwächeren regenerativen Wärmeerzeugern

hen, dass der Rücklauf-Temperaturfühler durch Wasserstillstand von der tatsächlichen Wärmeabnahme der Heizfläche abgekoppelt würde, der Rücklauf-Temperatur-Begrenzer (RTB) also nicht oder erst zu spät öffnen würde, falls es zwischenzeitlich zu einer erneuten Lastanforderung käme. Gerade für gebläsebetriebene Heizflächen stellt der damit verbundene Warmstart nicht nur eine Komfort-, sondern bei Außenluftzufuhr im Frostfall auch eine Betriebssicherheits-Erfordernis dar. Selbstverständlich hängt die Regelgüte – wie stets – wesentlich von der Güte der Temperaturmessung ab. Deshalb müssen die Fühler **nahe an den Ausgängen der Heizflächen** (geringstmögliche Totzeit!) montiert und – insbesondere bei Reglern ohne Hilfsenergie – als Tauchfühler **vollständig von Heizungswasser umströmt** sein; eine entsprechende Arbeitsvorbereitung ist somit unerlässlich. Desweiteren ist jeder einzelne Parallelstrang eines Netzes auf dieselbe Weise abzugleichen, also jede RLT-Anlage, jedes Luftheizregister, jeder Radiatoren-Einrohrstrang, jede Flächenheizschleife, jeder Trinkwasserspeicher und jeder Schwimmbadwasser-Wärmetauscher.

#### Mediengeführte Teil-Last (Rücklauffemperatur-Anhebung)

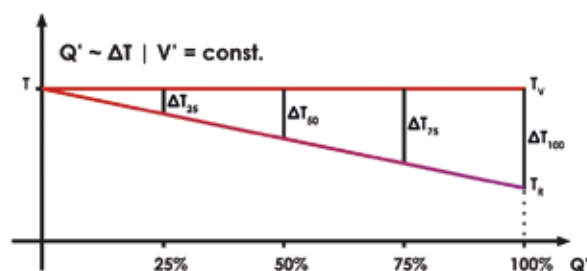


Abb. 4 Statischer hydraulischer Abgleich ohne RTB

*Wird hingegen die Leistungsübertragung reduziert ohne den Durchfluss zu senken, wie es beispielsweise bei Luftheizregistern oder in Einrohr-Heizsträngen geschieht, so steigt die Rücklauffemperatur, weil mit der übertragenen Leistung nur die Spreizung sinkt. Das Netz wird also hydraulisch (Wasserumlauf) nicht entlastet und seine thermische Effizienz sinkt (Rücklauffemperatur steigt).*

### DER SELBSTTÄTIGE UND DYNAMISCHE HYDRAULISCHE ABGLEICH

Setzt man nun in den Rücklauf einer Heizfläche einen thermostatischen Rücklauf-Temperatur-Begrenzer (RTB) ein, der als selbsttätiges Regelventil den Durchfluss in Abhängigkeit von der Rücklauffemperatur drosselt, so führt der mit den beiden schlechtesten Fällen I und II verbundene Rücklauffemperaturanstieg dazu, dass der Durchfluss durch die Heizfläche reduziert und somit der Rücklauffemperaturanstieg kompensiert wird. Dies erfolgt sowohl bei Voll-Last im Nennzustand "selbsttätig" – also ohne Kenntnis des Nenn-Volumenstroms – als auch bei mediengeführter Teil-Last "dynamisch" – also abhängig von der Temperatur des Zielmediums. Somit werden die beiden oben genannten unerwünschten Fälle I und II in den erwünschten Fall III überführt, ohne dass man sich hierzu der Prozedur der Berechnung aller Einzeldurchflüsse unterziehen muss, was häufig im Sanierungsfall gar nicht möglich ist und selbst bei kompletter Rohrnetzberechnung im Neubau eine recht sportliche Aufgabe darstellt, wenn man sich gelegentlich einmal die computerberechneten Zahlenteppe anieht, die den Monteuren hierzu übergeben werden.

vorbehalten ist, so muss er den Puffer selbstverständlich mit mindestens dieser Temperatur (plus einem Zuschlag für Transportverluste und Hysterese) beschicken. Doch wie will man das sicherstellen, wenn man insbesondere

- ▶ die Rücklauffemperatur und
- ▶ die Modulationsleistung

des Spitzenlastkessels nicht kennt? Die einzige Lösung stellt dann eine Messung der Kessel-Vorlauf-Temperatur und eine daraus abgeleitete Regelung des Kessel-Volumenstroms<sup>5</sup> dar. Diese Ventile, die im Gegensatz zu denen der Wärmeverbraucher bei steigender Temperatur öffnen müssen, haben wir Vorlauf-Temperatur-Begrenzer (VTB) genannt.

### WIE SIEHT ES MIT DER REGELGÜTE AUS?

Wir haben festgestellt, dass es vorteilhaft ist, diese Rücklauf-Temperatur-Begrenzer (RTB) wie auch die Vorlauf-Temperatur-Begrenzer (VTB) mit einem Mindestumlauf (MUL) in der Größenordnung von einem Prozent ihres Nenndurchflusses auszustatten, so dass der Durchfluss niemals null werden kann. Ansonsten würde im Fall eines Überschwingens nach einem starken Lastrückgang – bspw. beim erwähnten Abschalten des Gebläsemotors eines Luftheizregisters – die Gefahr beste-

### WIE SIEHT DAS IN VERBINDUNG MIT DER HEIZKURVE AUS?

Durch den Einsatz der Rücklauf-Temperatur-Begrenzer (RTB) kommt es über den Regelbereich der witterungsgeführten Teil-Last zu einer Verflachung der Heizkurve der Rücklauffemperatur und somit auch der Heizflächen-Mitteltemperatur gegenüber dem Auslegungsfall. Diese muss durch eine entsprechende Anhebung der Vorlauf-Temperatur bzw. Steilheit der Heizkurve kompensiert werden. Im folgenden dazu einige Beispiele, s. Abb.5.

### Welche Bedeutung hat das für den Selbstregelleffekt?

Bei den in Tab.1 mit \* gekennzeichneten Fußbodenheizungen ist die mittels der RTB geregelte Rücklauffemperatur praktisch die Raumtemperatur. Das hat zur Folge, dass der sog. Selbstregelleffekt der Fußbodenheizung verstärkt wird. Unter dem Begriff "Selbstregelleffekt" versteht man die Tatsache, dass

<sup>5</sup> Der Spitzenlastkessel muss natürlich für einen entsprechend kleinen Wasserumlauf bzw. ein dazugehöriges großes Delta-T geeignet sein, was nebenbei bemerkt eine notwendige Voraussetzung zur maximalen Brennwertnutzung darstellt.

bei einer Fußbodenheizung die mittlere Heizflächentemperatur nur wenige Kelvin über der Raumtemperatur liegt. Diese beträgt beispielsweise in einem Neubau (Auslegung: 35/28°C) bei 50 %-iger witterungsgeführter Teil-Last (28/24°C) 26°C und damit 6K mehr als die Raumtemperatur von 20°C. Steigt nun die Raumtemperatur um 1K auf 21°C, so sinkt diese Temperaturdifferenz um 1K auf 5K, also um 1/6 oder 17%. Diese Temperaturdifferenz ist aber näherungsweise proportional zu der von der Heizfläche abgegebenen Wärmeleistung, so dass der Raumtemperaturanstieg durch eine verminderte Wärmezufuhr kompensiert wird. Wie bereits ausgeführt reagiert aber eine Heizfläche bei konstantem Durchfluss und verminderter Wärmeabgabe mit einem Anstieg der Rücklauf-temperatur und also mit einem Anstieg der mittleren Heizflächentemperatur. Der Selbstregelleffekt wird also beim statischen hydraulischen Abgleich ohne RTB teilweise karnibalisiert. Beim dynamischen Abgleich mit RTB hingegen heben diese den Rücklauf-temperaturanstieg durch die Durch-

## WAS VERLANGT EIGENTLICH DIE ENEV GENAU?

Laut § 14 (2) EnEV müssen "heizungs-technische Anlagen mit Wasser als Wärmeträger ... beim Einbau in Ge-

Heizflächen	Auslegung ohne RTB	Auslegung mit RTB
Trinkwasser-Speicher	75/65°C	85/55°C
Luftheizregister	70/50°C	80/40°C
Fußbodenheizung Altbau	40/30°C	50/20°C*
Fußbodenheizung Neubau	35/28°C	45/20°C*

Tab.1: Beispiele von Heizflächenauslegungen ohne und mit Rücklauf-temperatur-Begrenzern (RTB)

bäude mit selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur raumweisen Regelung der Raumtemperatur ausgestattet werden". Es steht also nicht geschrieben, dass die Sollwerteingabe im Raum vorgenommen werden muss. Da die meisten Einzelraumregler für Fußbodenheizungen mit Zweipunktreglern ausgestattet sind, ist ihnen die Regelung der Raumtemperatur über stetig wirkende RTB aus der Sicht der thermischen Effizienz – wie oben beschrieben – überlegen. Lediglich bei einer Nutzung des Raumes als Wohn- und Schlafräum wäre zusätzlich die Abschaltfunktion der üblichen Einzelraumregler vorteilhaft.

UND WAS SAGEN BAFA + KFW DAZU? Unter Punkt 5.25 "Öffnungsklausel für innovative Technologien" der "Anlage zu den Merkblättern" der KfW für "Energieeffizient Sanieren – Kredit (151/152)",

sche Komponenten eingesetzt, für deren energetische Bewertung keine anerkannten Regeln der Technik oder gemäß EnEV § 9 Absatz 2 Satz 2 Halbsatz 3 bekannt gemachten gesicherten Erfahrungswerte vorliegen, so können hierfür Komponenten angesetzt werden, die gleichwertige oder schlechtere energetische Eigenschaften aufweisen." Mit "können hierfür Komponenten angesetzt werden" sind die herkömmlichen und in den EnEV-Berechnungsnormen abgebildeten Verfahren und Komponenten des nicht-selbsttätigen und statischen hydraulischen Abgleichs gemeint. Die innovative Technologie muss also gleichwertig oder besser sein, was die thermostatische Rücklauf-temperaturbegrenzung als selbsttätiger und dynamischer hydraulischer Abgleich der Heizkreise für sich in Anspruch nehmen darf. Aus diesem Grund werden der Einbau und die korrekte Einstellung der RTB (VTB) sowohl von der BAFA als auch von der KfW gefördert.

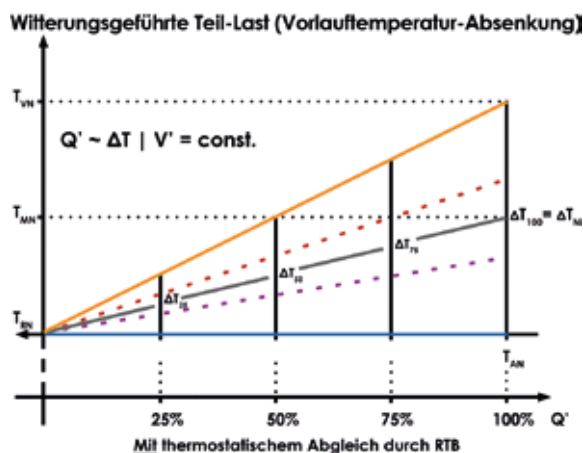
## NOCH EINE SCHLUSSBEMERKUNG ZUR REGELENERGIE

Als Regelenergie wird diejenige mechanische Arbeit bezeichnet, die notwendig ist, um das Regelventil zu öffnen oder schließen. In großen Anlage wird sie häufig mittels elektrischer Hilfsenergie, also über elektrische Antriebe aufgebracht. Gerade in Kleinanlagen kommen beim hydraulischen Abgleich eine Vielzahl von Regelventilen ohne Hilfsenergie zum Einsatz. Das bedeutet aber lediglich, dass sie keiner zusätzlichen Energieversorgung bedürfen, nicht aber, dass sie zu ihrer Funktion keine Energie benötigen. Doch woher nehmen sie die für ihre Funktion erforderliche Energie?

### Hydraulisch angetriebene Ventile

Die zum Einsatz kommenden Strangreguliertventile stellen darauf ab, entweder einen Differenzdruck oder einen Durchfluss konstant zu halten. Meist wird dazu der mechanische Hub des Ventilstellkörpers über eine Membran aus dem Differenzdruck des hydraulischen Netzes selbst erzeugt. Damit der Regler überhaupt arbeiten kann, ist also ein Mindestdruckabfall – in der Regel um 2 mWS – sicher-

Abb.5: Werden Heizflächen mit Rücklauf-Temperatur-Begrenzern (RTB) an witterungsgeführten Heizkurven betrieben, ist die Rücklauf-temperatur konstant. Die Heizflächenleistung kann aber nur bei derselben mittleren Heizflächentemperatur erhalten bleiben, weshalb die Vorlauf-temperatur angehoben werden muss. Durch die höheren Spreizungen wird die Leistung dann bei deutlich niedrigeren Durchflüssen und deutlich niedrigeren Rücklauf-temperaturen übertragen, der Netzbetrieb also hydraulisch entlastet und thermisch effizienter. Die Bedingung, dass über den gesamten witterungsgeführten Lastbereich die Durchflüsse nahezu konstant sind, bleibt dabei erhalten, was daran zu erkennen ist, dass die Spreizung proportional zur witterungsgeführten Last steigt und fällt.



flussminderung wieder auf, wodurch der Selbstregelleffekt erst zur vollen Wirkung kommt, s. Abb.6.

"Energieeffizient Sanieren Investitionszuschuss (430)" und "Energieeffizient Bauen (153)" steht geschrieben: "Werden in Wohngebäuden anlagentechni-

## Fußbodenheizung

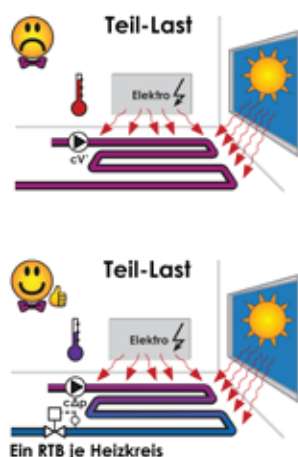


Abb.6: Bei Flächen- und Fußbodenheizungen kann die Rücklauf-Temperatur so nahe an der Raumtemperatur geführt werden, dass der Selbstregelleffekt unterstützt wird und mittels der Rücklauf-Temperatur-Begrenzer (RTB) eine "selbsttätig wirkende Einrichtung zur raumweisen Regelung der Raumtemperatur" im Sinne der EnEV realisiert werden kann, die jedoch keine Fernbedienung und keine Abschaltfunktion besitzt. Als stetige Regler sind die Rücklauf-Temperatur-Begrenzer (RTB) den Zweipunkt-Reglern aber in Komfort und Effizienz überlegen.

## RLT-Anlage

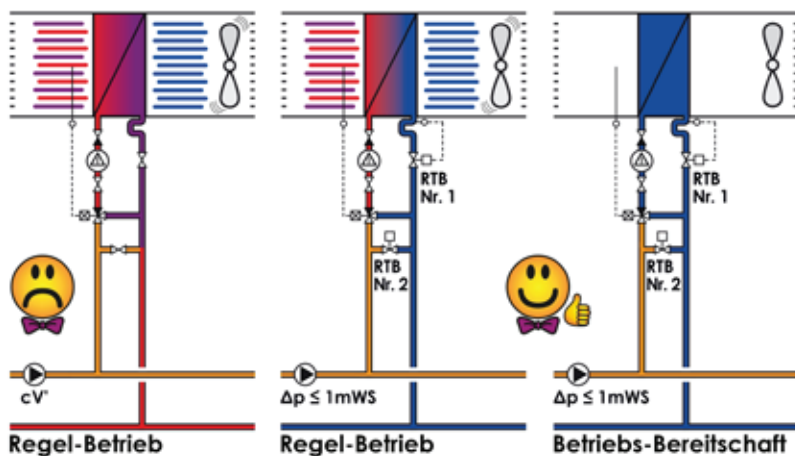


Abb.7: Bei RLT-Anlagen findet sehr häufig eine "drucklose Übergabe" statt, bei der es nicht selten zu einem hohen, lastunabhängigen Durchfluss und demzufolge zu einer viel zu hohen Rücklauf-Temperatur kommt. Mit Hilfe eines ersten Rücklauf-Temperatur-Begrenzers (RTB Nr. 1) lässt sich das Heizregister thermostatisch abgleichen und mit Hilfe eines zweiten Rücklauf-Temperatur-Begrenzers (RTB Nr. 2) der Warmstart und der Frostschutz sicherstellen. Die Verteilerpumpe ist bei auf Voll-Last ausgelegter Nennweite auf einen niedrigen, aber konstant geregelten Differenzdruck ( $\leq 1\text{mWS}$ ) einzustellen.

zustellen, der einen zusätzlichen Arbeitsaufwand der Umwälzpumpen bedeutet.

### Thermisch angetriebene Ventile

Bei thermisch angetriebenen Ventilen hingegen entspringt diese Arbeit der Ausdehnung oder Verdampfung eines Mediums, mit dem der Temperaturfühler gefüllt ist. Weil somit die Regelenergie in Form von Wärme dem Heizungswasser entzogen wird, kommt der Güte der thermischen Anbindung des Fühlers hier die bereits oben beschriebene besondere Rolle zu. Doch ist diese

Aufgabe bei der Installation einmal gelöst, benötigen solche Ventile für den Rest ihrer Lebensdauer keinen zusätzlichen Mindestdruckabfall und demzufolge auch keinen zusätzlichen Arbeitsaufwand der Umwälzpumpen, um vom Thema "Strömungsgeräusche" einmal ganz zu schweigen. Somit lässt sich feststellen, dass ein thermostatisch abgeglichenes Netz mit deutlich geringeren Differenzdrücken und damit deutlich niedrigerem hydraulischen Arbeitsaufwand für Umwälzpumpen betrieben werden kann als ein hydraulisch strangreguliertes.

## ZUSAMMENFASSUNG

Der Einbau thermostatischer Rücklauf-Temperatur-Begrenzer

- ▶ ermöglicht den hydraulischen Abgleich selbsttätig, also ohne Kenntnisse der einzelnen Nenn-Volumenströme,
- ▶ erhöht die thermische Netzeffizienz durch dynamische Anpassung an die mediengeführte Teil-Last,
- ▶ entlastet das Netz von zusätzlicher Pumpenarbeit zum Betrieb differenzdruck-angetriebener Strangregulierventile,
- ▶ kann bei Fußbodenheizung als Einzelraumregelung – jedoch ohne Abschaltfunktion – eingesetzt werden,

## Luftheizer

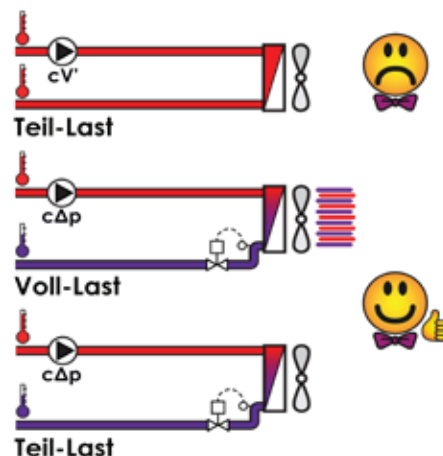


Abb. 8 Durch den Einbau von Rücklauf-Temperatur-Begrenzern (RTB) erfolgt bei Luftheizregistern sowohl bei Voll-Last (volle Gebläsedrehzahl) als auch bei Teil-Last (reduzierte Gebläsedrehzahl) als auch bei abgeschaltetem Gebläse eine selbsttätige Anpassung des Durchflusses. Durch die thermostatische Regelfunktion mit festem Mindestumlauf sind Warmstart und Frostschutz garantiert.

- ▶ wird von der BAFA und der KfW als mindestens gleichwertig anerkannt und gefördert und
- ▶ ist bereits tausendfach erprobt.

Autor:

Dipl.-Ing. Hans-Georg Baunach,  
Geschäftsführung  
HG Baunach GmbH & Co. KG,  
41836 Hückelhoven  
Grafiken: Baunach  
[www.baunach.net](http://www.baunach.net)

